

국내 전자재의 화재안전성능을 강화하기 위한 무독성 불연재 사용 제안

서 형 태
(주)금강고려화학

1. 방화재료의 정의

- 1) 불연, 준불연, 난연재료의 정의
- ① 불연재료 : 보통의 화재온도에서는 연소현상이 나타나지 않는 재료를 말하며, 건축법에서는 콘크리트, 석재, 벽돌, 기와, 석면판, 철강, 알루미늄, 유리, 시멘트모르타르, 회 및 KS F 2271에 의해 시험한 결과 난연1급에 해당하는 재료로 규정하고 있다.
 - ② 준불연재료 : 연소현상을 나타내지만 크게 확대시키지 않는 재료를 말하며, 건축법에서는 KS F 2271에 의해 시험한 결과 난연2급에 해당하는 재료로 규정하고 있다.
 - ③ 난연재료 : 일반적인 가연재료와 비교하여 연소의 확대가 낮은 재료를 말하며, 건축법에서는 KS F 2271에 의해 시험한 결과 난연3급에 해당하는 재료로 규정하고 있다.

※ 난연재료와 난연처리의 구분

유기질 및 목질 재료의 경우 화학약품으로 처리하여 난연성능을 부여하고 있으나 이는 건축법에서 규정하고 있는 난연재료와는 엄격히 구분되어야 한다. 일반적인 난연처리(난연성) 제품의 경우 자기소화성(화염의 전파를 억제하고 소화시키는 능력)을 부여한 것으로 가연재료에 해당한다.

2) 불연재료의 시험기준

KS F 2271:건축물의 내장재료 및 구조의 난연성 시험방법

① 등급별 시험방법

등급 \ 시험방법	기재시험	표면시험	부가시험	가스유해성시험	
난연1급	O	O			→ 불연재료
난연2급		O	O	O	→ 준불연재료
난연3급		O		O	→ 난연재료

- ② 기재시험 : 750℃의 가열로에 시편을 20분간 가열하여 온도상승을 측정
→ 재료의 연소여부를 측정하는 시험
- ③ 표면시험 : LPG 및 건열로 6~10분간 가열하여 온도상승, 연기발생, 화염 및 변형을 측정한다.

- ④ 부가시험 : 재료를 관통하는 구멍을 뚫어 표면시험과 동일하게 실시
→ 표면재료 및 Core 부분에 대한 난연성 시험
- ⑤ 가스유해성시험 : LPG 및 전열로 6분간 가열하여 발생된 가스에 흰쥐를 노출시킨 발생가스의 유해성을 측정 (흰쥐의 행동정지시간 측정)

3) 불연재료의 적용범위

- ① 건축법에서는 일정규모 이상의 건축물에 사용되는 실내 마감재료를 불연, 준불연재료 및 난연재료를 사용토록 의무화하고 있다.
- ② 건축내장재료의 불연재료 사용 기준

	용도	적용대상	사용기준	
			거실	복도·계단·통로
1	문화 및 집회시설, 판매 및 영업시설, 위락시설	거실바닥면적200㎡ 이상	불연재료 준불연재료 난연재료	불연재료 준불연재료
2	단독주택 중 다중주택, 공동주택, 숙박, 의료시설 외	3층 이상 층의 거실 바닥면적200㎡ 이상		
3	위험물저장 및 처리시설, 공장 외	모든 용도		
4	5층 이상의 건축물	5층 이상 층의 거실 바닥면적 500㎡ 이상		
지하층, 지하공작물에 설치한 1~3호 용도의 거실			불연재료 준불연재료	
단란주점, 노래연습장 및 주점의 용도				

※ 건축법 제43조, 건축법 시행령 제61조 및 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제 24조

2. 국내의 방화관련 법규현황

- 1) 국내의 화재안전 규정은 정부주도하에 건축법과 소방법에서 규정하고 있으나 제정기관이 건설교통부, 행정자치부 등에서 독자적으로 구정을 제정하고 있으므로 상호연계성이 미비한 상태임
- 2) 건축법에서는 건물의 구조체 구성과 관련되어 구조체와 밀착된 재료 및 구조체 보호재료를 불연, 준불연, 난연재료로 규제하고 있음
- 3) 소방법에서는 구조체와 밀착이 필요없는 커튼이나 카펫 등의 방염대상 물품을 난연의 일종인 방염규제 항목으로 규제하고 있음
- 4) 美 N.F.P.A.에서 제정된 화재안전기준은 순수 화재예방에 관련된 제반사항을 취급하는 코드로서 코드 자체는 강제적인 구속력을 가지고 있지 않지만 연방정부 및 각 주정부가 NFPA의 코드를 수용할 경우에는 강제적 구속력을 갖는다. 현재 NFPA에서 제정된 NFC는 연방기준으로 활용되고 있음.

[국내 및 미국 불연 / 소방관련 규정]

국 내		미국
건축법	소방법	N.F.P.A.
내화구조 방화구조 방화문 방화재료 (불연, 준불연, 난연재료) 피난계획 방염	소방시설 - 소화 경보, 피난, 소화용수, 소화활동설비 등	내장재의 사용 내부벽과 천장내장재의 분류 바닥내장재의 분류 장식과 부수적인 내장재의 불연. 무독성의 의무화 방염코팅 스프링쿨러설치에 따른 내장재 기준 완화조건

3. 국내 건축자재의 화재안전성능

1) 유해가스의 생리작용

- ① 단순질식성 가스 : CO₂, H₂, N₂ 발생에 의한 O₂의 결핍 조직호흡에 충분한 혈액 중 O₂ 농도를 유지하기 위해 필요한 분압이하로 대기중의 O₂농도를 저하시키는 생리적 불활성가스
- ② 화학적 질식성 가스 : CO, HCN, H₂S 폐에 있어서 혈액의 O₂ 교환이나 조직의 산화작용을 저해하는 가스
- ③ 자극성가스 상부기도 자극 NH₃, HCL, HF, SO₂ 상부기도와 폐조직 자극 Cl₂, Br₂, F₂ 말단기도와 폐기포 자극 NO₂, COCl₂ 기도과 폐조직을 자극하는 가스로 흡입 후 한참 지난 후에 폐수종을 일으키며 폐의 활동면적이 감소하여 최종적으로 질식사한다.
- ④ 마취성 가스 : 아세틸렌계, 네오프렌계, 파라핀계의 탄화수소, 에테르, 에스테르 마취작용에 의해 중추신경계의 활동을 저하시킴.

2) 재료별 발생 유해가스

재료	주 발생가스	위험성
목질계 재료	CO, CO ₂ HCHO, O ₂	350℃ 전후의 저온역에서는 비교적 안전하나 500℃ 정도의 온도에서는 CO에 의한 위험성이 높아진다.
염소계 재료	HCl	HCl에 의한 폐수종을 일으켜 사망에까지 이른다.
질소계 재료	HCN, NH ₃ , CO	CO의 수습배의 독성을 지닌HCN을 발생하며, 500℃ 이상의 고온역에서 위험성이 높다.
C-H계 재료	Monomer C _x H _y	500℃ 이하의 가열에서 다량으로 발생하는 Monomer나 각종 탄화수소에 의한 위험이 크다.

[참고 : 건축재료의 연소 열분해 Gas]

재 료	가열 온도 (°C)	공기공급 조건	시료증량 (g)	생성량 (mg/시료g)								
				CO	CO ₂	HCl	HCN	NH ₃	HCHO	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄
소나무	800	공기기류 공기+N ₂ 기류 (11.7% O ₂)		270 366	1626 936	혼적		혼적 혼적	9			
종이	800	공기기류 공기+N ₂ 기류 (11.7% O ₂)		135 273	1202 1001			혼적	0.9			
폴리우레탄	700	공기기류(100 ℓ/hr) 공기기류(50 ℓ/hr)	0.1 0.1	173 160	666 625		3.3 1.2			21 17	14 6.4	43 37
요소발포 보온재	800	밀폐공기(5 ℓ)	0.8 1.6	34 60	700 460		25 23					
폴리에틸렌	700	공기기류(100 ℓ/hr) 공기기류(50 ℓ/hr)	0.1 0.1	210 195	738 502					72 65	34 9.5	185 187
폴리스티렌	700	공기기류(100 ℓ/hr) 공기기류(50 ℓ/hr)	0.1 0.1	178 207	619 590					6.5 6.5	13 6.4	18 16

※ 일본 화재학회 자료 中

4. 최근 5년간 유독성 화재관련 화재사례

구 분	발생일시	피해현황	화재확산 및 인명피해 중대요인
신촌 롤링스톤즈 락카페 화재	1997. 12.	사망자 17명 부상자 다수	내부인테리어 재료에서 발생한 연기 및 유독가스로 인하여 사망자 다수 발생
성남 카라파크 호프집 화재	1998. 01.	사망자 7명 부상자 6명	내부 동굴형 우레탄폼 구조에서 발생한 연기 및 유독가스로 인한 질식사가 대부분
화성 씨랜드 놀이시설 화재	1999. 09.	사망자 21명 부상자 15명	컨테이너에 박스구조의 단열재인 스티로폼의 폭열화염에 의한 고열 및 화염확대로 인한 사상자 발생
인천 라이브 호프집 화재	1999. 11.	사망자 46명 부상자 72명	우레탄폼 및 스티로폼에서 발생한 연기 및 유독가스에 의한 질식사가 99%임
여의도 공동구 화재	2000. 01.	사망자 없음 금융, 통신대란 야기	전력선 피복 및 온수공급관의 PE 보온단열재에서 발생한 고열 및 유독가스로 소방대 접근불가

5. 향후 불연재 사용 제안

- 1) 건축재료별 발생 유해가스 성분 및 발생량 조사

- 2) 내장재 및 장식재의 연기 및 독성 가스의 발생가능성 사전 차단 필요
- 3) 화재시 연소 경로가 될 수 있는 코아부위의 무독성 단열재 사용 확대
- 4) 비내력벽 구조의 간막이벽, 관통 부위 충전재의 내화 성능 확보
- 5) 건축물의 방화 성능 확보를 위한 난연 처리 제품의 관리 감독 강화
- 6) KS F 2271의 가스유해성 시험의 합리적인 개정

[국내 방화재료 현황]

구 분	일 반 명	용 도 및 특 징
보온단열재	유리면 보온재	건축, 산업용 보온단열, 흡음재용 인조광물섬유
	미네랄울 보온재	건축, 산업용 보온단열, 흡음재용 인조광물섬유
내외장재	섬유강화시멘트판	지붕, 외벽재, 간막이벽, 내장마감재, 화장실 간막이용 시멘트판
	석고보드	내장 마감재, 간막이벽용
	암면천정판	미네랄울 소재의 천정재
	석고시멘트판	천정재용 시멘트판
내화구조부재	그라스울 샌드위치패널	벽, 지붕의 내화구조를 위한 양면 아연도금 강판 + 유리면의 복합 패널
	석고보드 내화구조체	벽의 내화구조를 위한 양면 석고보드 + 유리면 또는 미네랄울의 복합 패널
	내화 도료	철골 보, 기둥의 내화 피복을 위한 도료
	내화 피복재	철골 보, 기둥의 내화 피복을 위한 무기질 소재의 뽕칠재
	내화충전재	벽, 바닥의 관통 부위에 충전 사용하는 실리콘 Foam